



ICT 융복합 기술과 연계한 에너지수요관리 추진전략 연구

2015년도 연구성과 발표회

2016.03.28

심성희, 이성인



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

발표순서

1

연구의 개요

2

ICT 융복합 에너지수요관리 관련 기술 및 시장동향

3

주요국의 ICT기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

4

ICT-수요관리 융복합 기술 확산의 장애요인

5

ICT기반 에너지수요관리 확산을 위한 정책 제언

● 연구 배경 및 목적

◆ 연구배경

- (에너지수급 환경) 원전, 대형 송전설비 등 대규모 에너지 공급시설 건설 난항
- (기술적 환경) ICT-에너지 융복합 기술의 빠른 발전 & 분산형 전원의 설치 비용 하락
- (대외적 환경) 전 지구적 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축 압력 증대
- ICT 융복합 기술과 연계한 에너지 수요관리 및 관련 산업에 대한 대내외적 관심 급증

◆ 연구 목적

- ICT 융복합 기술 기반 에너지수요관리 현황 분석 및 성공적인 정착을 위한 정책 추진 방향 제시

● 연차별 주요 연구 내용

◆ ICT 기술과 연계한 에너지수요관리 활성화를 위한 정책 방향 연구(1/3)

- ICT 융복합 기술 기반 에너지수요관리 정책 추진 사례 분석
- ICT 융복합 기술 적용의 주요 장애요인 분석 및 정책적 시사점 도출

◆ ICT 기반 에너지수요관리의 효과적 추진을 위한 인프라 구축 연구(2/3)

- 국내 ICT 융복합 수요관리 확대를 위한 기술적·제도적 인프라 구축 방향 제시

◆ ICT 융복합 기술 기반 에너지 수요관리 신시장 창출 전략 연구(3/3)

- ICT 융복합 기술 기반 에너지수요관리서비스 활성화 방안 도출

1 연구의 개요

지속가능한 미래 에너지 시스템 구축을 위한 핵심 요소

◆ 효율적인 에너지 소비 & 분산형 에너지 공급 체계

- ICT 융복합 기술과 에너지 인프라의 통합을 통해 에너지 소비 최적화 및 안정적인 공급체계 구현
- 주요 특징 : (1) 최종소비자의 프로슈머화, (2) 소규모·지역 단위의 에너지 공급 관리, (3) 소규모·지역 에너지 네트워크와 유틸리티 기반 에너지 네트워크의 통합적 연계
- (1) 기술적 Layer : ESS(EV 포함), 분산형 전원(신재생, 소형 열병합), HEMS/BEMS/FEMS 등 에너지관리시스템 (2) 서비스 Layer : 전력재판매, 수요반응서비스, 전기차충전서비스, 가상발전소, 에너지 컨설팅 및 관리서비스 등



1 연구의 개요

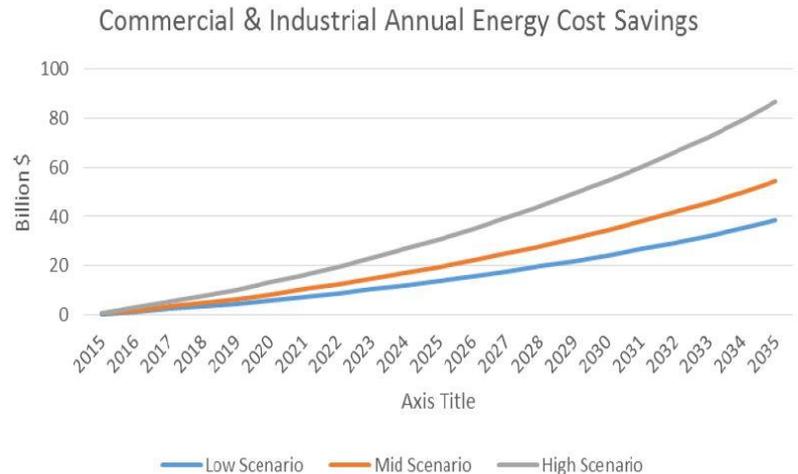
ICT 활용 에너지 수요관리의 편익

- ◆ ICT 기반 에너지수요관리의 장점
 - 시스템 차원의 효율개선의 효과
 - 최종소비자의 행동 변화 견인(측정가능성, 투명성 및 가시성)
 - 신산업 육성 및 고용 창출
 - 부수적 편익(삶의 질 개선, 생산성 향상)

- ◆ ICT 기반 에너지수요관리의 정량적 효과 추정
 - '35년까지 평균 12%의 절감 잠재량 (WWF, 2008)
 - 산업부문 20%, 건물부문 41% 절감 (ACEEE, 2013)

Sector/End Use	Savings Potential
Existing Buildings	6%
New Buildings	15%
Urban Planning	5%
Telecommuting	15%
Virtual Meetings	20%
Vehicle Technologies	15%
Transportation Mode Switching	18%
Freight Management	30%
E-Commerce	10%
Product De-Materialization	30%
Production/Process De-Materialization	5%
Industrial/Manufacturing	10%

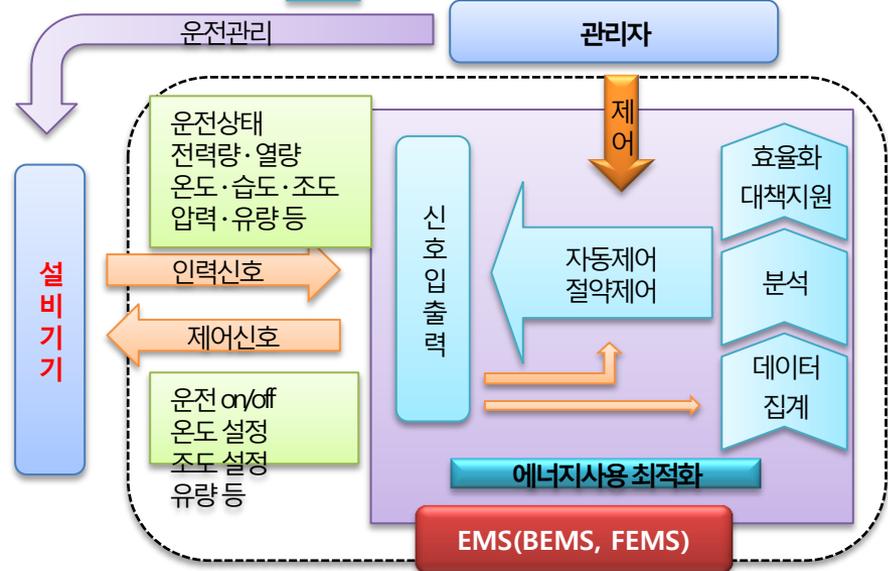
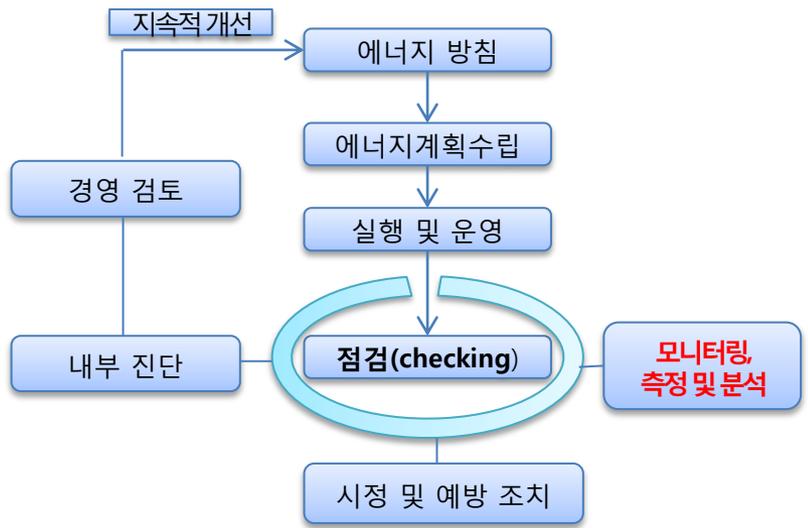
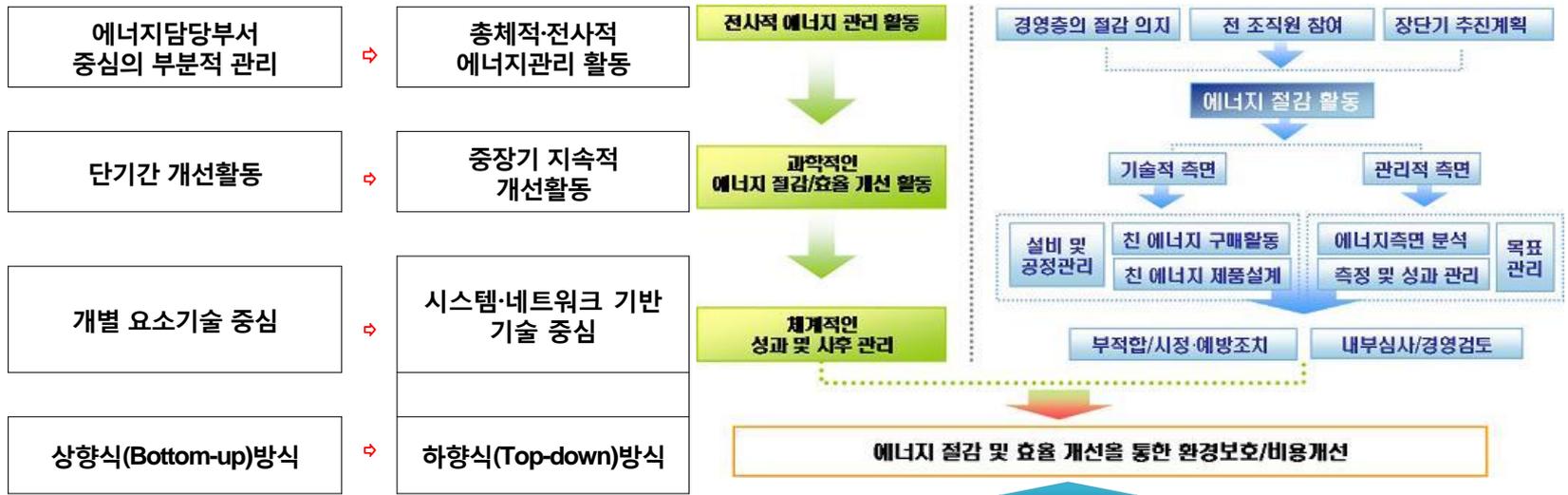
Total: 12%
 자료: The potential Global CO2 Reductions from ICT use (WWF, 2008)



자료: Intelligent Efficiency: Opportunities, Barriers and Solutions (ACEEE, 2013)

2 ICT 융복합 에너지수요관리 관련 기술 및 시장동향

에너지관리 : 매뉴얼 방식에서 ICT 기반 전사적 체계적 관리로 패러다임 변화



2 ICT 융복합 에너지수요관리 관련 기술 및 시장동향

EMS 개념 및 구성요소

◆ **정의** : EMS(Energy Management System)는 에너지 흐름과 사용의 **시각화 및 최적화**를 위한
에너지관리 솔루션 (ICT 기술을 이용 시각화(모니터링) 및 제어 기술을 이용 최적화)

◆ **구성요소** : 하드웨어 및 소프트웨어 기술로 구성



◆ **적용대상** : HEMS(Home EMS), BEMS(Building EMS), FEMS(Factory EMS), CEMS(Community/City EMS)

EMS 기술동향

- ICT 기반 모니터링 및 제어 기술의 발전으로 **EMS 기술도 빠르게 진화**. 지금까지 **에너지 시각화 및 분석에 초점**을 맞추어 왔으나 수요 반응, 설비 관리 등 **서비스 기능 확대 추세**
- EMS 공급업체들은 에너지를 보다 효율적으로 관리할 수 있는 **혁신적 방법과 기술을 찾아서 접목**하려 노력
- IT 기반 모니터링 및 제어 기술의 개발뿐만 아니라 **소프트웨어 기반 플랫폼을 개발하여 서비스 기능 확대**
- 특히, **클라우드 기반 EMS**은 설치 및 사용 방식의 변화뿐만 아니라 EMS의 **비즈니스 모델을 변화**시키고 있음

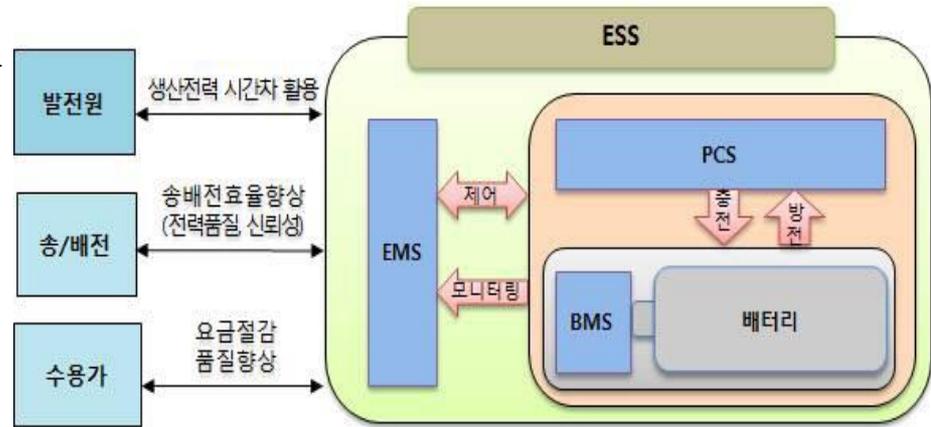
2 ICT 융복합 에너지수요관리 관련 기술 및 시장동향

ESS 개념 및 구성요소

◆ **정의** : ESS(Energy Storage System)는 생산된 잉여 에너지를 그 자체로 또는 변환하여 저장하고 필요할 때 사용할 수 있는 장치 또는 시스템을 총칭함

◆ 구성요소 : 저장장치

- * 저수지, 압축공기저장소, 배터리 등
- 변환장치**
- * PCS, 압축기/팽창기, 발전기 등
- 제어 장치로 기본구성**



◆ **적용대상** : 발전소~송전~변전소~배전~수용가에 이르는 전 과정에서 설치되어 다양한 서비스 용도로 활용

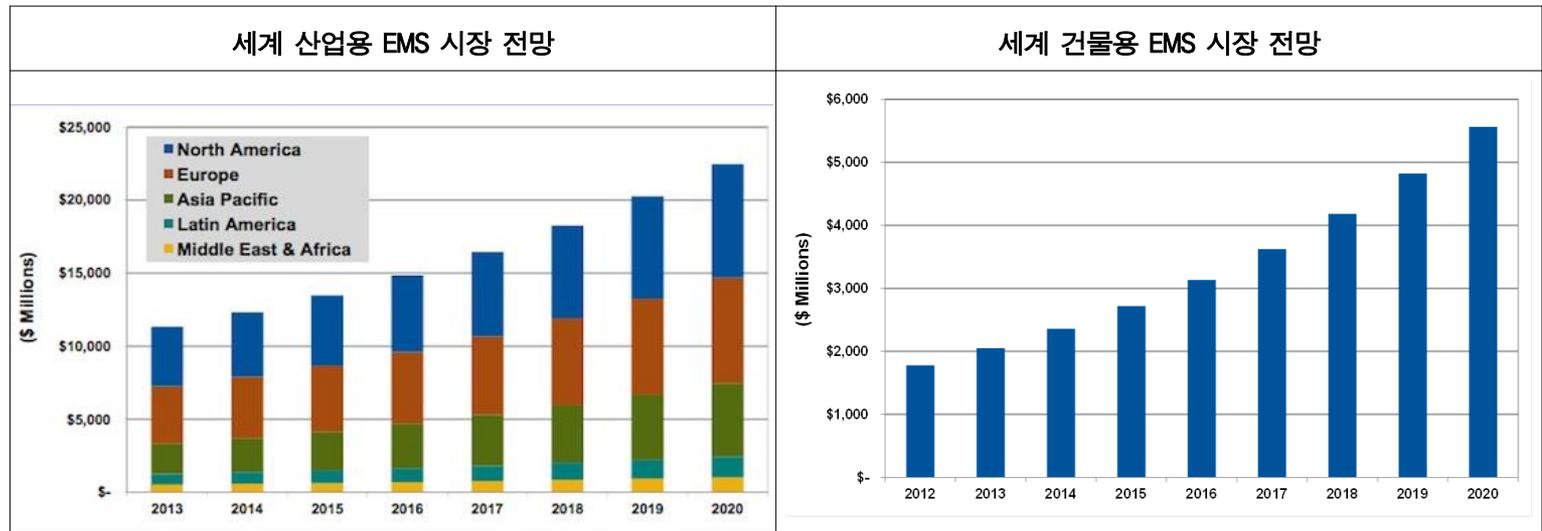
구분	기능	활용 및 기대효과
발전자원	• 차익거래(SMP 차익거래)	• 시간대별 SMP 변동에 따른 입찰을 통해 수익 창출
	• 전력 공급용량	• 용량시장에 입찰하여 수익 창출
	• 전력 예비력용량	• 예비력시장에 입찰하여 수익 창출
	• 주파수조정 보조서비스(FR)	• 주파수 변동에 즉각적인 충·방전으로 전력균형 유지(G/F Control, AGC)
송배전망 보조	• 송배전 혼잡 완화	• 송배전망의 개선 투자 지연, 송배전전 혼잡 시, 방전을 통한 이익 창출
	• 무효전력 공급(VAR Compensator)	• 계통에 무효전력을 공급하여 전압 조정
신재생 보조	• 신재생 발전 출력 변동 완화	• 신재생 발전원의 급격한 출력 변동 완화
수요자원	• 수요관리 용량 입찰 (DR Capacity)	• 피크감축 수요관리 자원으로 활용(전력거래)
	• 시간대별 수요반응(요금절감)	• 일반용 · 산업용 시간대별 전기요금 요금 절감 및 계약용량 축소
	• 비상전원(UPS, 무정전 전원공급장치)	• 정전 시, 비상전원으로 활용하여 정전 피해 최소화

주 : DOE 자료(U.S DOE, Grid Energy Storage, 2013.12)를 바탕으로 신재생에너지 서비스 추가

세계 EMS 시장 전망

◆ 최근 꾸준히 성장해 온 세계 EMS 시장은 선진국을 중심으로 확대 추세

- 에너지 효율 향상과 온실가스 감축을 위한 정부 규제 강화, EMS 기술 발전 및 소비자의 인식 향상으로 선진국을 중심으로 최근 높은 성장 추세



자료: Navigant Research(<http://www.navigantresearch.com/>)

- 에너지 효율 향상과 온실가스 감축을 위한 정부 규제 강화, EMS 기술 발전 및 소비자의 인식 향상으로 선진국을 중심으로 최근 높은 성장 추세
- 세계 EMS 시장은 하니웰, 존슨컨트롤, 아즈빌, 지멘스, 슈나이더 등 미국, 일본, 유럽 **글로벌 기업이 시장 주도**
 - ✓ 특히 하니웰, 존슨컨트롤, 슈나이더는 월정액을 받고 원격 에너지서비스 사업을 우리나라까지 확대 중

3 주요국의 ICT 기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

주요국의 EMS 지원 정책 방향

- ◆ 일본, 미국, EU 등 선진국은 보조금 지원 또는 실증사업, VA 및 친환경건축물 인증 등 기존 정책과 연계한 보급 확대 정책을 활용
 - 일본은 후쿠시마 정전사태 이후 중소 빌딩뿐만 아니라 일반가정 및 공동주택을 대상으로 BEMS·HEMS와 MEMS(아파트 EMS) 설치에 대해 보조금 지원('12년 EMS 보조사업 예산규모 300억엔)
 - 시장원리를 강조하는 미국과 유럽은 실증사업과 연계한 보조금 지원, 각종 규제 또는 인증제도 등 기존 정책과 연계한 EMS 보급 활성화 모색

주요국의 ESS 보급 정책 현황

국가	지원제도 내용	비고
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 자가발전 인센티브(Self Generation Incentive Program) <ul style="list-style-type: none"> ✓ 태양광 발전 연계 ESS에 Wh당 \$0.5~\$2.0 지급 • 에너지저장시스템(ESS) 설치 의무화 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 공급 전력의 2.25%(2014년), 5%(2020년) 설치 의무화 	캘리포니아 주정부 주관
	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지부(DOE) 주관으로 ESS 실증 및 보급 투자 	연방정부 주관
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지저장시스템 설치비용의 최대 1/3 지급 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 가정용 100만 엔, 법인용 1억 엔 한도에서 지원 	경제산업성 주관
	<ul style="list-style-type: none"> • (도쿄) ESS 도입 시 설치비용 2/3 지급(2천만엔 한도) <ul style="list-style-type: none"> ✓ 대상 : 도쿄에 본사나 사업장을 두고 있는 중소기업 • (사이타마현) 가정용 ESS 1kWh 당 5만엔 지급 	지방자치단체 주관
독일	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 발전 연계 ESS 대상 설치비용의 30% 지급 	2013년 2월부터

3 주요국의 ICT 기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

일본: EMS 기술개발 및 보급정책 선도

- ◆ 2030년까지 차세대 에너지·사회시스템 구축을 목표로 국가과제로 EMS 기술 개발 및 실증 적극 추진
 - ▶ 국가 에너지혁신기술(21개)의 하나로 EMS 기술개발 추진
 - ▶ 차세대 에너지·사회시스템 실증사업(10-14년) 추진 : 4개 지역

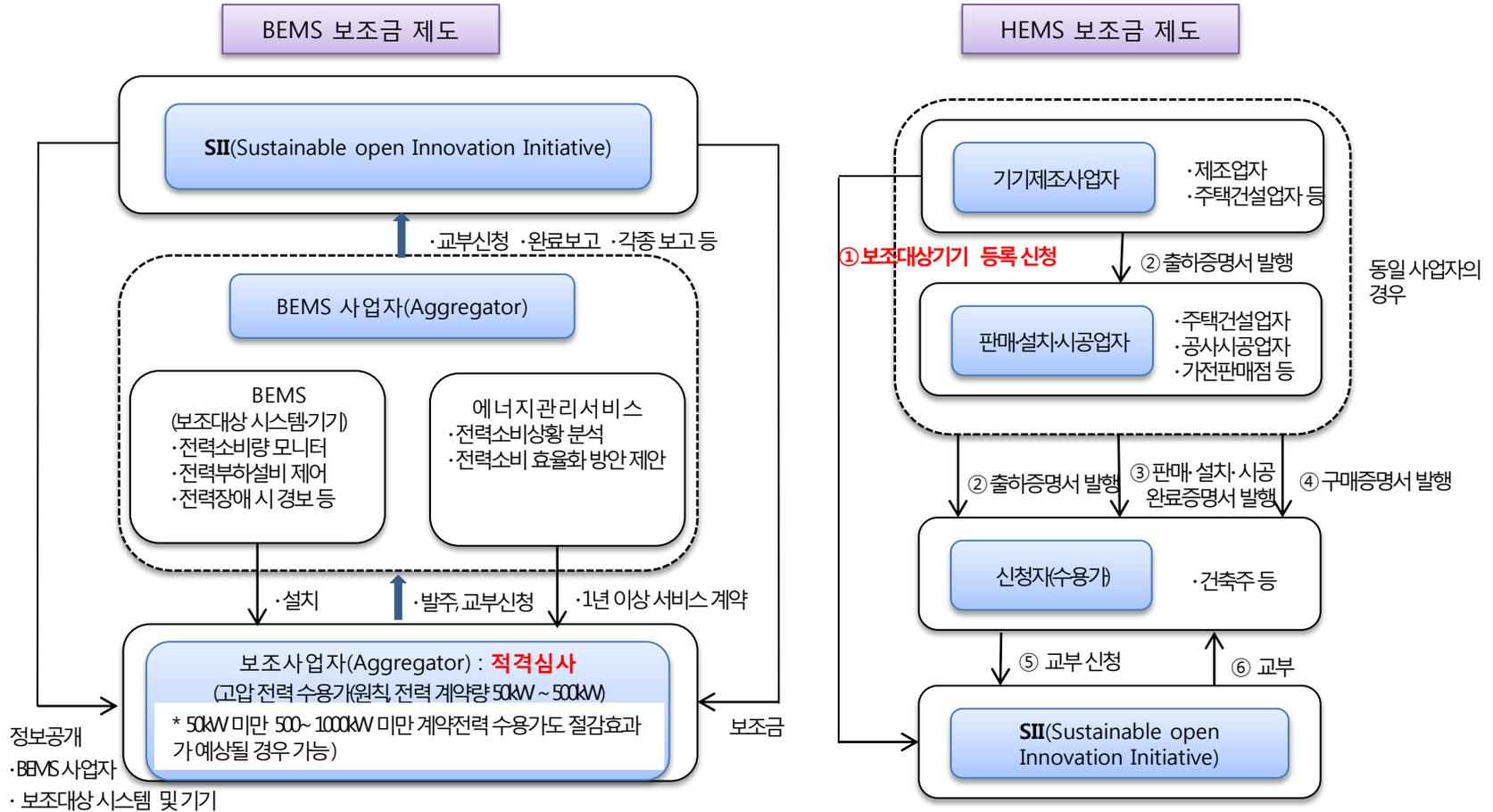
◆ 일본 EMS 기술개발 로드맵

	~2015년	~2020년	~2025년	~2030
전체 사회	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트커뮤니티 실증(해외 실증) 	<ul style="list-style-type: none"> • 쌍방향통신시스템 인프라 정비 		<ul style="list-style-type: none"> • 에너지공급/수요 최적 밸런스 시스템 검토·실증
개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 인터페이스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 가정·빌딩·공장 EMS 시장개척, 성능 향상, 온실가스 무배출 시스템화 		
EMS	<ul style="list-style-type: none"> • 홈서버 서비스 provider 등 아키텍처 사양 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 로컬 EMS 통합 시스템 개발 (CEMS) 	<ul style="list-style-type: none"> • 계통 연계 로컬 EMS의 개발 • 계통운용 연계 방법 검토·실증 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지관리시스템 개발 			
스마트 가전	<ul style="list-style-type: none"> • 대상 가전·제어 방법 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 제어시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 계통운용과 연계방안 검토·실증 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 제어기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트가전 기술실증 • 스마트하우스 실증 		
AMI	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트미터 도입 대규모 실증 • AMI 구축 통신 방식 검토 • AMI의 보안 확보 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • AMI·스마트미터 고도 이용방안 검토 		

- ◆ 일본은 세계 최초로 '02년부터 BEMS 설치 보조금 지원 사업 시행. 현재 중소 빌딩뿐만 아니라 일반가정 및 공동주택을 대상으로 **BEMS, HEMS와 MEMS**(아파트 EMS) 설치에 대해 보조 지원

3 주요국의 ICT 기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

참고 : 일본의 EMS 보조금 제도 개요



- BEMS 사업자 23개 업체, MEMS 사업자 24개 업체가 등록하여 활동. HEMS 보조 대상 기기로 38개회사 133개 제품이 등록
- BEMS 보조금 : 요구기능에 따라 설치비의 1/3 (상한액 170만엔), 설치비의 1/2 (상한액 250만엔)
- HEMS 보조금 : 7만엔 또는 10만엔(검정 전력량계 연계 기능)

3 주요국의 ICT 기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

보조사업 BEMS 보급 실적

- ◆ 보급대상 : 고압 소규모 건물(2011년부터 소규모 전력사용자 대상만 보조금 지원)
- ◆ 보급실적(2011년-2013년) : **6,471개 사업장**(판매점포가 40% 차지, 판매점포 중 슈퍼마켓과 약국이 30% 차지)

판매점	음식점	사무소	병원	숙박업	집회장	공공시설	학교	기타	합계
2,535	1,054	908	553	100	312	113	112	782	6,471

보조사업 BEMS 도입 에너지절감효과

- ◆ BEMS 보조금 지원 사업으로 '05년부터 '09년까지 설치된 BEMS 분석결과, **에너지절감 효과는 평균 14.6%, 건물 용도별로 7.5~26.8%로 분석됨**(NEDO 분석결과)

< 일본의 BEMS 도입의 에너지 절감률 및 비용 대비 효과 >

- 호텔, 판매점 등 건물 사용시간이 길고, 에너지를 많이 사용하는 시설이 비용 효과적
- 일반 사무실, 학교, 집회소 등 사용 시간의 짧은 건물 용도에서는 절감율은 높으나 비용 대비 효과는 낮음
- BEMS 활용빈도가 높은 사업자 일수록 높은 에너지 절약효과가 큼
- 적절한 에너지 관리에 의해 지속적 에너지 절약 효과가 가능한 것으로 확인됨.

	절감률(%)	비용 대비 효과(MJ/천엔)
사무실	15.6	111
판매점	13.2	350
병원	7.5	88
학교	19.4	67
호텔	15.9	281
집회소	26.8	132
복합시설	14.1	126
연구소	15.0	233
전산센터	12.2	136
기타	15.4	174
평균	14.6	179

3 주요국의 ICT 기반 에너지수요관리 지원 정책 동향

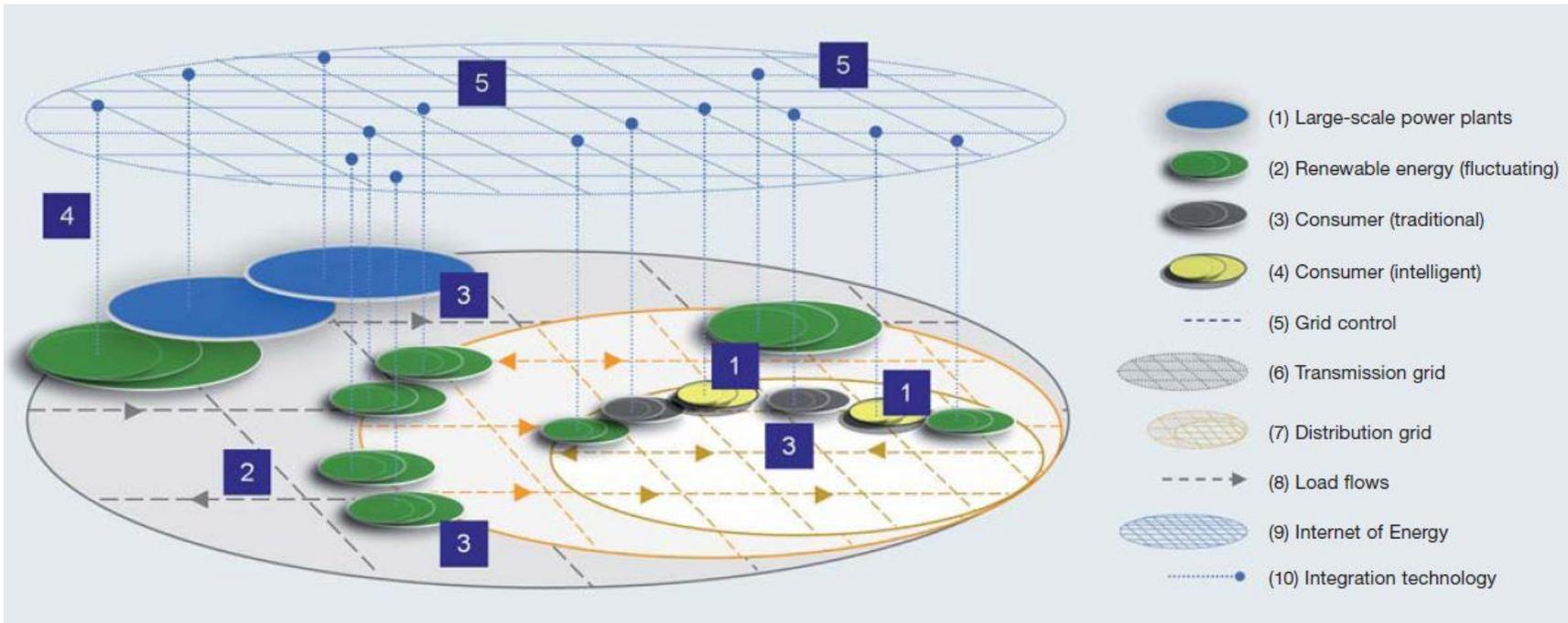
독일의 “Internet of Energy”

◆ E-Energy : ICT 기반 미래 에너지 시스템 프로젝트 추진

- 분산화된 에너지 수급, 유연하고 지능화된 소비자 수요 반응, 분산형 그리드의 효과적 연계를 보장하는 ICT 인프라 구축에 초점

- (1) 홈 오토메이션 및 분산형 전원 기술, (2) 지능형 송배전망 관리 시스템, (3) 스마트 미터링, (4) 에너지인프라의 통합 네트워크 인프라, (5) 각종 애플리케이션 및 서비스 실증사업 진행

- E-DeMa(Micro-CHP 기반 분산형 네트워크 에너지시스템), eTelligence(재생에너지 지능형 네트워크) 등 6개 시범사업 진행('08~'13년, 총1.4억유로(정부 6천만유로))



● E-Energy 실증 사업 결과(종합)

◆ ICT 기술의 전력 생산 및 소비의 유연성 제고 확인

- 가정부문 전력 소비의 평균 5~10% 까지 부하이전 잠재량이 확인(특정 시간대의 경우 10~30%)
 - 독일 전체 가정부문 전력 소비의 평균 5%가량 부하이전 가능한 것으로 추정(약 3GW)
- 전기차 충전소, 히트펌프, 축열히터, 냉각기기(에어컨 포함), 식기세척기·건조기·세탁기 등 가전제품에서 부하이동 잠재량이 높게 나타남
 - 산업부문의 경우 가정부문에 비해 부하이전 잠재량이 일반적으로 높음
 - 독일 전체 산업 및 상업부문 부하이전 잠재량은 총 5GW로 추정
 - * 우리나라 : '15년 약2.4GW → '30년 6.3GW (2030 에너지신산업 확산전략, 2015년)
- 냉각기기, 열 공정, 압축공기시스템, 펌프시설 등에서 부하이동 잠재량이 높게 나타남

◆ 에너지저장설비 확충의 필요성 확인

- ESS 활용 시 ICT 기술을 활용한 전력 수급 유연성이 극대화될 수 있음을 확인

4 ICT-수요관리 융복합 기술 확산의 장애요인

ICT-에너지 융복합 기술 확산의 주요 장애요인들

장애요인들	비고
높은 투자비용	초기 투자비가 높는데 반해 에너지 절감의 편익은 장기에 걸쳐 실현
위험기피적 성향	최종소비자들의 위험기피 성향으로 인해 불확실한 ICT 기반 신기술 투자보다는 현상유지 기술에 대한 투자 선호
낮은 인지도	ICT 기술 활용의 가능성, 장점 및 그에 따른 편익에 대한 낮은 대중 인지도
주인-대리인 문제	임대인과 임차인간의 인센티브 상충에 따른 기술 도입 지연
측정가능한 편익에 관한 정보 부족	지능형 수요관리 기술 적용에 따른 편익에 대한 정보 부족으로 인해 소비자들의 기술 채택 지연
숙련 기술인력 부족	지능형 효율관리 기술에 대한 지식과 경험을 갖춘 기술인력 부족
보안	양방향 통신에 따른 개인 혹은 기업 내부의 사적 정보 누출 우려

4 ICT-수요관리 융복합 기술 확산의 장애요인

ICT-에너지 융복합 기술 확산의 부문별 주요 장벽들

부문	주요 장애요인	비고
상업부문	① 주인-대리인 문제	투자비용 부담자와 절감 편익의 수혜자의 불일치로 인한 투자 지연
	② 높은 투자비용	지능형 수요관리 설비 도입의 높은 초기 비용
	③ 설비 안정성 우려	예기치 않은 기술적 오류 등에 따른 손실 가능성
	④ 미숙련 관리자	숙련된 설비 관리자 부족 및 교육비용 부담
가정부문	① 높은 투자비용	지능형 수요관리 설비 도입의 높은 초기 비용
	② 보안 문제	정보 누출에 따른 사생활 침해
	③ 학습 비용	신기술 적응에 소요되는 불편도 등 제반 학습비용

4 ICT-수요관리 융복합 기술 확산의 장애요인

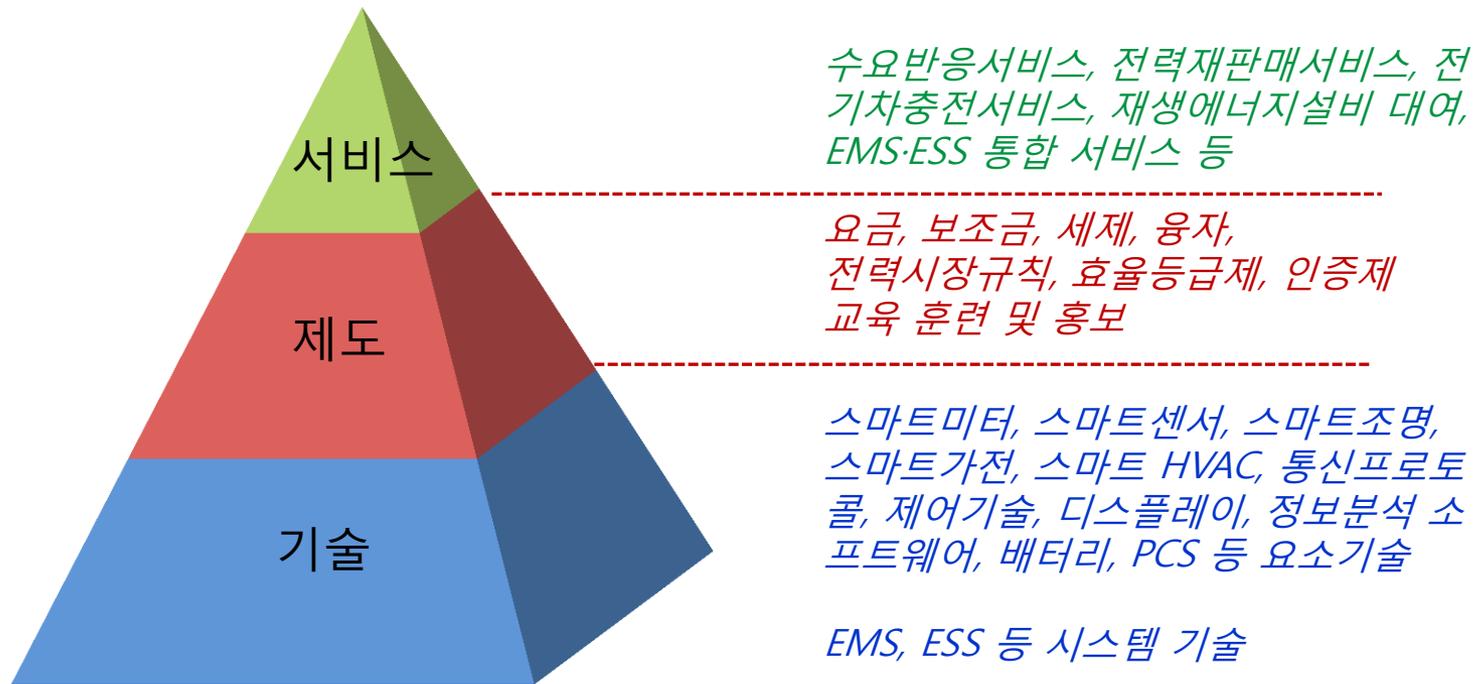
ICT-에너지 융복합 기술 확산의 부문별 주요 장벽들

부문	주요 장애요인	비고
산업부문	① 설비 안정성 우려	신기술 도입 이후 예측하지 못한 변수들에 의한 설비 오작동 및 그로 인한 생산손실 우려
	② 높은 투자비용 및 자본시장 접근성	지능형 수요관리 설비 도입의 높은 초기 비용과 자본조달 애로
	③ 미숙련 관리자	숙련된 설비 관리자 부족 및 교육비용 부담
발전부문	① 설비 안정성 우려	신기술 도입 이후 예측하지 못한 변수들에 의한 설비 오작동 및 그로 인한 생산손실 우려
	② 높은 투자비용	지능형 수요관리 설비 도입의 높은 투자비용
	③ 미숙련 관리자	숙련된 설비 관리자 부족 및 교육비용 부담
	④ 수익의 불확실성	실제 에너지절감량의 계측 가능성에 대한 확신 부족 및 수익성에 대한 불확실성

5 ICT 기반 에너지수요관리 확산을 위한 정책 제언

○ 국내 정책 평가

- ◆ 현재 국내 정책은 기술 지원 및 보급 확대를 위한 비즈니스 모델 발굴에 중점
- ◆ 기술 개발 및 확산 지원, 요금체계, 시장규칙 재설계 등 제도적 틀 마련에 집중할 필요
 - 기술지원 및 효율적 제도설계에 정부 역량을 집중하고 서비스 영역은 민간의 자율성을 활용하는 방향이 바람직



○ 정책 제언

◆ 에너지 가격체제

- 사회적 비용이 적절히 반영되는 에너지 가격 체계 구축
 - * 투자 수익성 개선을 통해 수익 불확실성 완화 & 투자 자원 조달의 애로 해소
- 수요관리형 요금제도 확대(EMS·ESS 전용 요금제 도입 등)
 - * 현행 수요관리형 요금제 하에서는 ESS 설비수명(12년) 내 투자비 회수가 곤란하므로 최대부하-경부하 시간대 요금 차이 확대 필요 (이성인, 2014)

◆ 높은 초기 투자비용 부담 완화

- 투자여력이 부족한 중소기업 및 중소규모 건물을 중심으로 EMS 설치 보조금 지원 필요
 - * 현재 정부 보조금은 LED, 인버터 등 효율향상기기 76억원, 축냉설비, GHP 등 부하관리기기 190억원에 불과
 - * EMS, ESS 설치 보조금 지원을 위한 예산 대폭 확대 필요 (일본의 경우 '12년 EMS 보조금만 3000억원 수준)
 - * EMS, ESS 설치 시 정부 재정 지원은 에너지이용합리화자금융자 및 투자세액공제 중심으로 운영 중

◆ 제도적 불확실성 제거

- 최종소비자 및 관련 시장 진출 기업들이 직면하는 다양한 제도적 불확실성을 제거할 필요
- 관련 시장 생태계를 공고히 할 수 있는 제도적 기반 구축
 - * (예) 시장제도 정비, 인증 및 규제제도와 연계되는 활성화 정책 제시 등

○ 정책 제언

◆ 체계적인 기술개발 지원

- 기술의 신뢰성과 안정성 강화를 통한 소비자 신뢰 구축
- 기존 다양한 기술을 통합, 상호호환성을 보장하는 표준 개발 및 실증 연구 강화
 - * 신기술에 대한 개방성, 에너지원의 다양화(가스, 열) 등을 고려
- 기초기반기술, 요소기술 및 시스템 기술 별 발전 로드맵을 수립하여 기술 고도화 및 상용화 지원
- 관련 기술 및 시장 동향, 운영관리 노하우, 절감 성과를 공유하는 커뮤니티 채널을 마련, 혁신의 성과와 관련 지식 및 노하우의 Spillover 효과 제고

◆ 인력양성 및 홍보 강화

- ICT-에너지 융복합 기술의 특성 상 ICT 기술과 에너지 기술 모두에 대한 높은 이해 요구
- ICT 기반 에너지수요관리 기술 인력 양성을 위한 교육 훈련 프로그램 운영 필요
- ICT 기반 에너지수요관리의 잠재성과 편익에 대한 홍보 강화를 통해 대중 인지도 제고
 - * ICT 기술 활용의 편익 가시화 & 절감 성과의 투명성 제고 필수적
 - 정부 재정지원 사업의 투명한 M&V 확립, 일정 기간 에너지 소비 실적 등 제반 정보 제공을 의무화하고 사업 실적의 공유 및 대중 인지도 제고

◆ 정보 보안 강화

- 최종소비자들의 개인 정보를 보호할 수 있는 제도적, 기술적 보안 장치 마련

감사합니다.